

PENGARUH VARIASI KUAT ARUS LISTRIK DAN WAKTU PROSES ELECTROPLATING TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN KETEBALAN LAPISAN PADA BAJA KARBON RENDAH DENGAN KROM

*The Influence Variation of Strong Electric Current Time and Process
Electroplating Power of Attraction, Violence and Layer Thickness on Low
Carbon Steel With Chrome*

Arif Surya Darmawan D.P.^{1*}, I Dewa Ketut Okariawan², Nasmi Herlina Sari³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram

Jl. Majapahit No. 62 Mataram

*Email: bagasgayaq@yahoo.co.id

ABSTRACT

The usage of carbon steel at present is growing rapidly. The carbon steel is commonly used in the machining appliance and material construction, as well as oil or gas piping. Improvement of physical properties of steel can be performed by electroplating. The goal of this research was to prove the influence variation of strong electric current and processing time electroplating tensile strength, hardness and layer thickness on low carbon steel with chrome. The benefits of this research is to gain the information about a strong in fluence of electric current and time again sthardness and thickness of thetensile strength of low carbon steel with chrome plating.

This research using low carbon steel coated by electroplating method with variations strong electric current 17.8A, 22.7A and 27.3A, and the length of processing 5, 10, and 15 minutes. The type of testing which done are to test the thickness, the hardness and tensile test. The processing of data were analyzed using analysis of variance two-way.

Thickness layer of chrome increased along with increasing strong currents and the length of time coating. The highest value of the thickness chrome layer with strong currents occur in the calculation of 27.3A and with in 15 minutes of 0.00015 as well as microscope observation of 0.483 where there is a difference between calculation and observation microscope 400X magnification ranges from 99.9%. The highest hardness values obtained with strong currents 27,3A and within 15 minutes of 23,58 VHN or 12,621% harder compare with raw materials. For tensile test itself was increasing tensile strength with the highest value of 627.8 N / mm² or 6.65% more than raw material.

Key word: Electrical voltage, time, thickness, hardness, lowcarbon steel and electroplating

PENDAHULUAN

Sekarang banyak orang mengira bahwa proses *elektroplating* hanya berfungsi membuat benda-benda tampak lebih menarik. Pada kenyataannya, peranan utama *elektroplating* adalah melindungi logam dari korosi. Di samping itu, dapat menambah daya tahan gesekan dan menambah kekerasan.

Perkembangan teknologi rekayasa pelapisan listrik (*electroplating*) telah banyak memberikan kontribusi yang cukup signifikan terhadap laju pertumbuhan industri kecil dan menengah termasuk : bengkel fabrikasi, jasa alat berat dan asesoris, pada saat ini peroses pelapisan yang dilakukan oleh industri *electroplating* dalam menghasilkan produknya yaitu dengan cara melapiskan logam krom pada material dasar yang berupa baja carbon rendah dengan system satu lapisan krom keras atau material dasar dihaluskan/ dipolish lebih dahulu kemudian langsung di lapisi dengan krom.”*Pengaruh variasi tegangan*

listrik dan waktu proses electroplating terhadap sifat mekanis dan struktur mikro baja karbon rendah dengan krom” dengan variasi tegangan 4 volt, 6 volt, 8 volt dan 12 volt serta waktu 5 menit, 10 menit, dan 15 menit menunjukkan nilai yang sangat signifikan yang mana kekerasan akan naik seiring dengan naiknya tegangan listrik dan waktu pada proses electroplating. [1]

Elektroplating adalah suatu teknologi yang relatif mudah dikerjakan dengan menggunakan peralatan yang sederhana dan membutuhkan pekerja yang relatif sedikit. Kemudahan-kemudahan ini menarik parawirausahawan untuk bergerak dibidang ini. Pada dasarnya *elektroplating* dilakukan dengan maksud memberikan perlindungan terhadap bahaya korosi, membentuk sifat keras permukaan, dan sifat teknis atau mekanis tertentu, terhadap logam dasar. Di dunia industri, bukan hanya kekuatan produk yang diinginkan pasar, tetapi penampilan

logam yang menarik akan sangat membantu terhadap keberhasilan produk di pasaran. Dengan kata lain, suatu produk pelapisan logam membutuhkan hasil dengan penampilan yang baik, misalnya dikaitkan dengan penampilan produk yang bagus, mengkilat dan cemerlang.

Proses *elektroplating* adalah suatu proses pelapisan dimana terjadi pengendapan suatu lapisan logam tipis pada permukaan yang dilapisi dengan menggunakan arus listrik. Biasanya proses *elektroplating* dilakukan dalam suatu bejana atau cawan yang terdiri dari elektroda yang dihubungkan dengan arus listrik searah (DC) dimana rangkaian ini disebut sel elektrolisa. Adapun logam-logam yang digunakan sebagai pelapis adalah nikel, kromium, mangan, arsen, platinum, aurum, plumbum, dan lain-lain. "*Pengaruh Kuat dan distribusi arus terhadap ketebalan dan kekerasan lapisan krom pada stoneware dan earthenware*". Dimana hasil penelitiannya menunjukkan Kekerasan permukaan berdasarkan hasil uji kekerasan Vickers akan semakin meningkat dengan naiknya kuat arus dan bertambahnya titik distribusi arus.[2]

TINJAUAN PUSTAKA

Sejak Arhenius mengemukakan adanya hubungan antara zat dan listrik, serta pengukuhan dugaan ini oleh Faraday dengan percobaan percobaan elektrolisa. Lahirlah ilmu yang merupakan campuran antara ilmu kimia dan ilmu listrik. Ilmu ini dinamakan ilmu elektrokimia. Salah satu penggunaan dalam industri adalah galvanoteknik. Galvanoteknik adalah pelapisan logam pada benda yang terbuat dari logam / benda yang terbuat dari bahan konduktif, dengan maksud sebagai hiasan maupun perbaikan mutu.

Pada umumnya pelapisan logam sudah lazim menggunakan istilah vernikel, verkrom dan semacamnya. Pelapisan nikel, tembaga, khrom, memang sudah populer. Sebenarnya, justru seng dan timah yang didunia ini paling banyak untuk pelapisan: kawat, baja dan banyak lagi. Banyaknya dilakukan di industri menyebabkan pelapisan seng dan timah lebih dianggap dan dimasukan ke dunia industri baja daripada ranah electroplating populer. Didunia plating, yang populer justru tembaga, nikel dan khrom. Berbagai barang rumah tangga, meubel, alat dapur, alat sport, alat tulis, konstruksi dan pagar rumah mewah, sepeda, kendaraan bermotor, tidak ada yang bebas vernikel / verkrom. Setiap hari ditemui dan digauli maka pelapisan dekoratif protektif tembaga nikel khrom paling dikenal akrab.

Ketiga logam tersebut hanya untuk finishing logam bertujuan dekoratif protektif. Masing-masing tersendiri. Tembaga banyak digunakan untuk pelapis dasar, sebelum divernikel / verkrom. Nikel, dengan atau tanpa lapis dasar tembaga, dipakai untuk berbagai bidang teknik dan rekayasa, electroforming (tahan aus dan korosi) dan banyak lagi. Khrom dimanfaatkan untuk aneka maksud. "Hard chrom plating" banyak dipakai di industri untuk memperoleh kekerasan tinggi. Dipabrik-pabrik kendaraan, keramik dan lain - lain amat diperlukan.

Dalam kehidupan sehari-hari pula kita menjumpai begitu banyak material rekayasa: logam, plastik, dan keramik merupakan beberapa dari istilah-istilah generik yang kita gunakan untuk menerangkan material-material tersebut. Ukuran bendanya mungkin saja sangat kecil, seperti misalnya mikrochip silikon, atau besar, seperti konstruksi pelat baja lasan pada jembatan gantung. Kita mengakui, bahwa material-material yang begitu beragam tersebut merupakan bagian dari peradaban kita dan yang sangat mempengaruhi adalah karakternya, seperti misalnya pengaruh besi cor dalam Revolusi Industri. Cara kita menggunakan, atau menyalahgunakan, material jelas juga berpengaruh terhadap masa depan material tersebut. Kita harus menyadari, bahwa permasalahan-permasalahan global yang saling berkaitan dan sangat meresahkan mengenai pemanfaatan energi dan pengendalian lingkungan masing-masing memiliki "dimensi material" yang substansial dan tak terelakkan.

METODE PENELITIAN

Metode yang di gunakan dalam penelitian ini adalah Metode eksperimen yaitu dengan melakukan percobaan dan penelitian pada spesimen yang akan menjadi objek penelitian dan mencatat hasilnya. Dimana objek dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah dan analisis varians yang di gunakan adalah anova dua arah.

Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Baja karbon rendah.
2. Larutan Elektrolit ($Cr O_3$)
3. HCl
4. Epoxy

Alat

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian pengaruh variasi kuat arus dan waktu ini adalah sebagai berikut :

1. Mesin uji tarik
2. Alat uji kekerasan.
3. Mikroskop
4. *Stopwacth*
5. Kamera
6. DC Power supply

Tahap Pengujian

Langkah-langkah uji kekerasan dengan metode vickers adalah sebagai berikut :

1. Permukaan spesimen di polis sehingga menja dihalus dan dibersihkan
2. Letakan spesimen pada alat uji kekerasan
3. Beban yang digunakan adalah 10 kg dengan waktu indentasi 10 detik
4. Pengenaan indenter ke permukaan spesimen.
5. Mengukur diagonal indentasi dengan mikroskop dan menghitung nilai kekerasannya sesuai rumus.

Langkah-langkah uji ketebalan lapisan ada dua cara dengan perhitungan dan pengamatan mikroskop adapun dengan cara pengapan adalah sebagai berikut :

1. Membersihkan spesimen dari berbagai macam kotoran
2. Memotong sebagian kecil spesimen dan dibuatkan pegangan dengan mounting press
3. Polis bagian yang dipotong sampai halus
4. Letakan spesimen diatas mikroskop dengan skala perbesaran tertentu
5. Pengambilan gambar dengan kamera
6. Mencatat hasil pengukuran

Langkah-langkah uji tarik dan tarik yaitu sebagai berikut :

1. Mempersiapkan spesimen uji tarik sesuai standar JIS Z 2201 no.14 yang sudah di *electroplating*.
2. Spesimen dipasang di mesin uji tarik dan dijepit dengan pencekam pada masing – masing ujungnya.
3. Spesimen mulai mendapat beban tarik dengan diawali 0 kN hingga putus pada beban maksimum yang dapat ditahan spesimen tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN Ketebalan

Dari data hasil perhitungan ketebalan lapisan pengaruh electroplating, diperoleh diagram batang hubungan antara variasi kuat arus dan waktu electroplating terhadap ketebalan lapisan yang mana dapat di lihat pada gambar grafik 1 di mana hubungan antara kuat arus dan waktu terhadap tebal lapisan menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang digunakan ketebalan lapisan akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya kuat arus listrik yang mengalir maka jumlah ion-ion akan semakin banyak, sehingga ion-ion akan semakin banyak terlepas dari larutan dan mengendap pada katoda/benda kerja.

$$\dot{S} = \frac{I \cdot t \cdot B}{Z \cdot F \cdot A \cdot \rho}$$

Dimana :

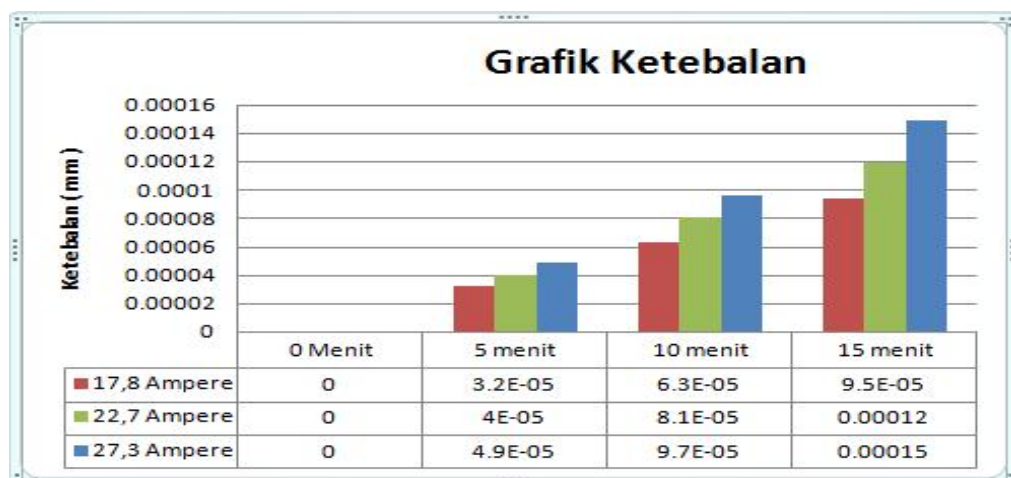
I : Arus (Ampere)

t : Waktu (Detik)

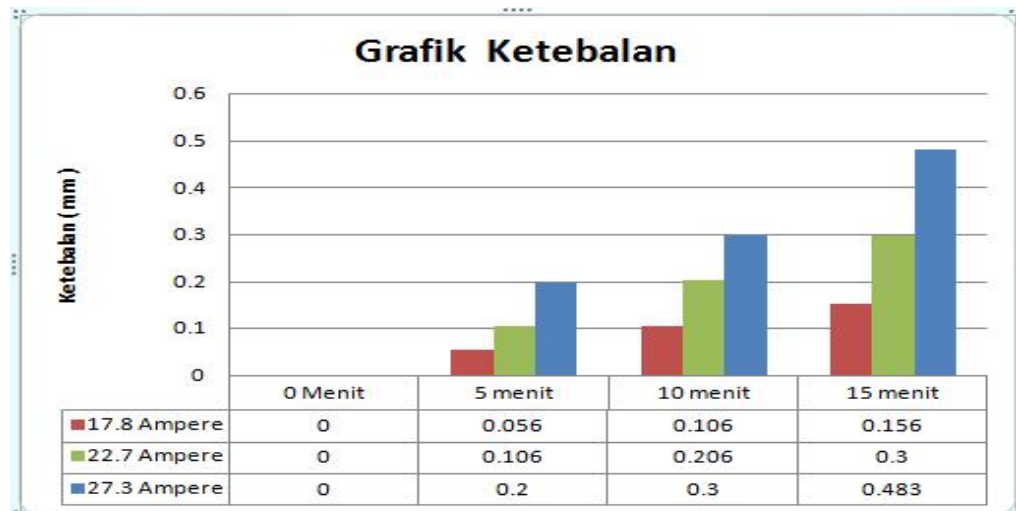
B : Berat Atom

Z : Valensi

F : Bilangan Faraday 96.500 Coloumb



Gambar 1. Grafik hubungan kekuatan arus dan waktu terhadap ketebalan dengan perhitungan



Gambar.2 Grafik hubungan kekuatan arus dan waktu terhadap ketebalan pengamatan mikroskop pembesaran 400X

Adanya pengaruh besaran “ Kuat arus listrik dan waktu proses ” terhadap ketebalan lapisan yang terbentuk pada permukaan specimen pada gambar grafik 1 maupun 2 dimana dengan mengamati, maka dapat terlihat bahwa pada kondisi arus listrik dan waktu naik, ketebalan lapisan yang dihasilkan untuk ketiga variasi arus dan waktu proses yang digunakan, menunjukkan pola: 5 menit < 10 menit < 15 menit. Penjelasan untuk hal ini adalah semakin lama proses berlangsungnya electroplating , maka porsi akumulasi pergerakan elektron dan transfer material pada kedua elektroda juga akan semakin besar.

Kekerasan

Data kekerasan benda uji diperoleh melalui pengujian kekerasan dengan menggunakan alat uji *Vickers*, Indentor yang digunakan adalah intan pyramid bujur sangkar

dengan sudut 136° yang ditekan pada permukaan benda uji selama 15 detik dengan beban 588 N atau 60 Kg. Pengujian kekerasan dilakukan pada permukaan specimen sebanyak 3 kali. Kekerasan yang dihasilkan diperoleh dengan mengukur diagonal rata-rata hasil indentasi, kemudian dimasukkan dalam rumus kekerasan *Vickers*, yaitu

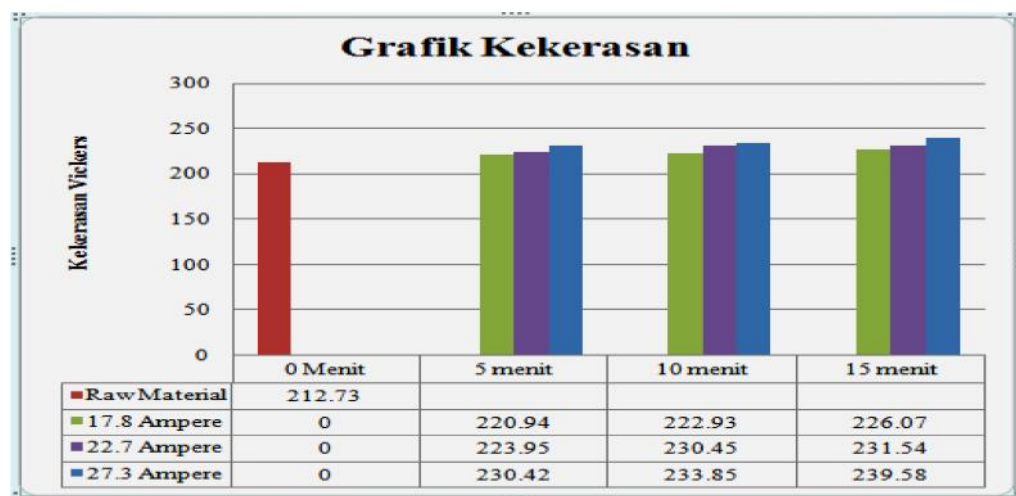
$$VHN = 1,854 \frac{P}{d^2}$$

Dimana :

P = Beban (Kg), dan

d = Panjang diagonal rata-rata (mm)

Dari data hasil perhitungan kekerasan yang di hasilkan dengan perhitungan di peroleh diagram batang hubungan antara variasi arus dan waktu electroplating terhadap kekerasan, dapat di lihat pada gambar 3:



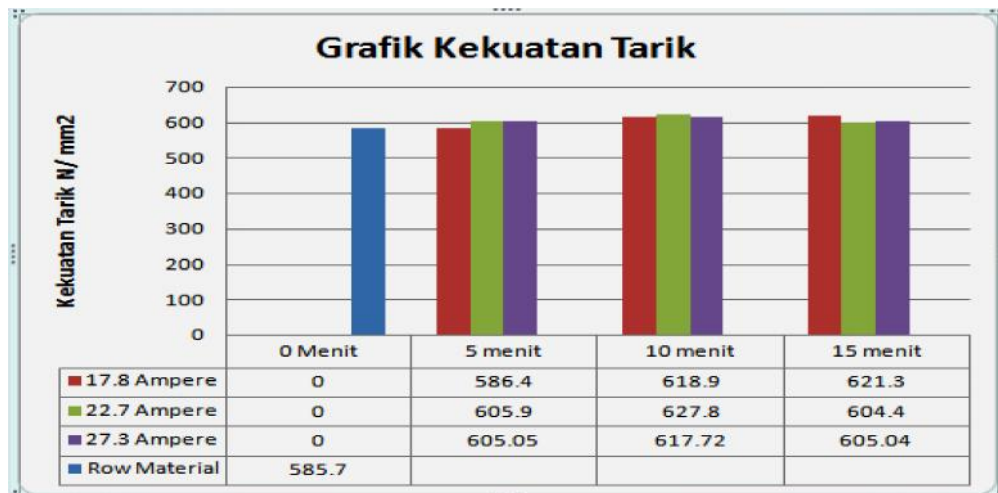
Gambar. 3. Grafik Kekerasan

Pada gambar 3 tersebut menunjukkan hubungan antara variasi kuat arus dan waktu terhadap kekerasan, dimana nilai untuk kekerasan *Raw material* lebih rendah kekerasannya, di bandingkan dengan yang mengalami perlakuan. Spesimen *Raw material* memiliki nilai kekerasan 212,73 Kg/mm². Dari kekerasan *Raw material* tersebut akan digunakan sebagai nilai pembanding di mana dalam Gambar 3 hubungan pengaruh electroplating terhadap kekerasan Vickers dengan variasi arus dan waktu terlihat bahwa proses electroplating mempengaruhi kekerasan permukaan di mana nilai tertinggi di hasilkan dari perlakuan proses electroplating dengan arus 27,3 Ampere dengan waktu 15 menit dimana hasil kekerasan dari proses perlakuan electroplating khrom ini adalah 239,58 kg/mm² nilai kekerasan ini lebih keras 12,621 % dari raw material, begitu juga dengan nilai hasil kekerasan dengan perlakuan electroplating dengan variasi arus yg terendah di mana perlakuan electroplating yang terendah adalah 17,8 Ampere dengan waktu 5 menit

dari proses electroplating tersebut di hasilkan nilai kekerasan yang lebih keras di bandingkan dengan raw material di mana nilai kekerasannya adalah 220,94 kg/mm² lebih keras 3, 859 % dari kekerasan raw material, di mana raw material sendiri nilai kekerasannya adalah 212,73 Kg/mm² data tersebut dapat di lihat pada gambar grafik tersebut menunjukkan hubungan antara variasi arus dan waktu di proses electroplating memang mempengaruhi kekerasan dimana semakin besar arus dan lamanya waktu yg di berikan akan meningkatkan kekerasan.

Uji Tarik

Data kekuatan tarik benda uji diperoleh melalui pengujian dengan menggunakan alat "Mesin Uji Tarik *Universal Testing Machine* Merek *Controls* Kapasitas 2000 KN" yang mana pengujian ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram. Hasil dari uji tarik yg telah di hitung dapat di lihat pada Gambar 4 di bawah ini :



Gambar 4. Grafik uji tarik

Dari gambar grafik 4 hubungan antara kekuatan tarik dengan spesimen variasi Arus dan waktu 17.8 A, 22.7 A, 27.3 A dengan waktu 5 menit, 10 menit, 15 menit terlihat bahwa peroses electroplating mempengaruhi kekuatan tarik dari baja karbon rendah di mana hasil pengujian di hasilkan, kekutan tarik spesimen raw material di hasilkan 586 N/mm² dimana nilai ini lebih rendah di bandingkan dengan perlakuan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Ketebalan spesimen hasil proses *electroplating* semakin meningkat seiring bertambahnya arus dan waktu yang di berikan atau dapat dikatakan berbanding lurus dengan naiknya arus dan waktu, baik secara teoritis maupun pengamatan mikroskop. Dimana nilai ketebalan tertinggi dengan kuat arus 27,3 ampere dan waktu 15 menit adalah 0,00015 mm dengan perhitungan dan 0,483 mm hasil pengamatan mikroskop dengan pembesaran 400X.
2. Kekerasan yang di hasilkan berbanding lurus dengan kuat arus dan waktu dimana hasil kekerasan yg tertinggi dengan arus

- 27,3 A dan waktu 15 menit adalah 239,58 kg/mm² atau 12,621 % lebih keras di bandingkan raw material.
3. Untuk hasil uji tarik proses electroplating, di mana perbedaan kekuatan tarik raw material dengan nilai tertinggi adalah 6,65% dimana nilai tertinggi 627,8 N/mm².
 4. Dari uji statistik dengan taraf signifikan 5% dapat di simpulkan bahwa variasi kuat arus dan waktu berpengaruh terhadap ketebalan dan kekerasan, sedangkan uji tarik tidak berpengaruh secara signifikan.

Untuk menyempurnakan penelitian tentang pengaruh kuat Arus dan waktu pada baja karbon rendah terhadap ketebalan, kekuatan tarik dan kekerasan hasil proses *electroplating khrom* yang akan datang sebagai masukan di sarankan :
Perlu di teliti pengaruh parameter – parameter yang lain seperti jarak electrode, kekentalan larutan, pengaruh tegangan dan jenis larutan yang di gunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Raharjo, Samsudi. 2010. Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Khrom. Prosiding Seminar Nasional UNIMUS. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah.Semarang.
- [2] Sri Adnyani, I.A., Alit Teriadi, A.A., 2009. Pengaruh Kuat Dan Distribusi Arus Terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Lapisan Khrom Pada Stoneware Dan Earthenware. Jurnal Teknik Elektro Vol. 8 No. 02 Desember.
- [3] Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram. Mataram. Kaban, Hadir., 2010. Menguji Kekuatan Bahan Electroplating Pelapisan Nikel Pada Substrat Besi Dengan Uji Impak (Impact Test). Jurnal Penelitian Sains Vol. 13 No. 03 September. Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya. Sumatra Selatan.
- [4] Ahmad Azhar, M. 2011. Analisa Pengaruh Besar Tegangan Listrik Terhadap Ketebalan Pelapisan Khrom Pada Pelat Baja Dengan Proses Electroplating. Tugas Akhir Teknik Mesin., Universitas Hasanuddin. Makasar.
- [5] Mulyudha. 2013. Pengaruh Tebal Pelapisan Khrom Terhadap Sifat Mekanik Pada Baja SS400 Dengan Metode Electroplating. Tugas Akhir Fakultas Teknologi Industri., Universitas Gunadarma. Jakarta.
- [6] Mulyaningsih, N., Iswanto, T. P., Soekrisno. 2012. Pengaruh Waktu Elektroplating Nikel-Chrom Terhadap Kekerasan Baja Stainless Steel AISI 304. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III. Teknik Mesin Dan Industri Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- [7] Andoko, Awi dkk. 2012. Analisis Struktur Hasil *Repair Welding* Tentang Sifat Fisik Dan Mekanik Pada *Cast Wheel* Alimunium Dengan Metode Pengelasan MIG. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret Surakarta, Indonesia.